

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-272735

(43)Date of publication of application : 08.10.1999

(51)Int.Cl.

G06F 17/50  
G01N 25/18  
H01L 29/00

(21)Application number : 10-077361

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD

(22)Date of filing : 25.03.1998

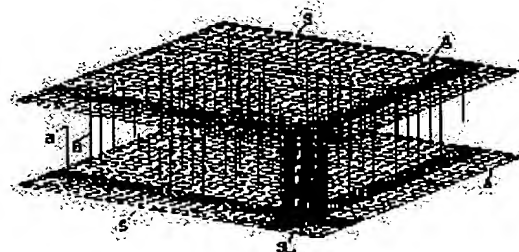
(72)Inventor : SETO SATOO  
MOMOI YOSHINOBU

**(54) METHOD FOR GENERATING FINITE ELEMENT METHOD ANALYSIS MODE FOR ELECTRONIC DEVICE STRENGTH EVALUATION, METHOD FOR EVALUATING STRENGTH OF ELECTRONIC DEVICE, AND EVALUATION DEVICE**

**(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for generating a finite element method analysis model for electronic device strength evaluation, an electronic device strength evaluation method and an evaluation device which evaluate an electronic device up to its fatigue life by constructing a finite element model keeping the analysis precision in a practical level in a short time independently of techniques peculiar to an analyzing operator at the time of evaluating the strength of the electronic device.

**SOLUTION:** With respect to the finite element method analysis model, solid elements SL are used only for electronic devices in a part to be analyzed in details, and objects (electronic devices) having the same sectional shape are expressed with beam elements B. Plural objects having the same shape exist between two plane plates A and A, and plane plates A and A are expressed with shell elements S. Thus, a part to be analyzed in details can be analyzed without degrading the precision of analysis, and deformation and actions due to beam elements are caused to coincide with respect to the other part to reduce the number of elements of the entire analysis model without an influence upon the analysis precision, and therefore, the effect that thermal stress analysis in the practical level is possible is obtained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-272735

(43) 公開日 平成11年(1999)10月8日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 6 F 17/50

G 0 6 F 15/60

6 1 2 H

G 0 1 N 25/18

G 0 1 N 25/18

L

H 0 1 L 29/00

H 0 1 L 29/00

G 0 6 F 15/60

6 6 6 S

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平10-77361

(22) 出願日

平成10年(1998)3月25日

(71) 出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72) 発明者 瀬戸 孝雄

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(72) 発明者 桃井 義宜

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

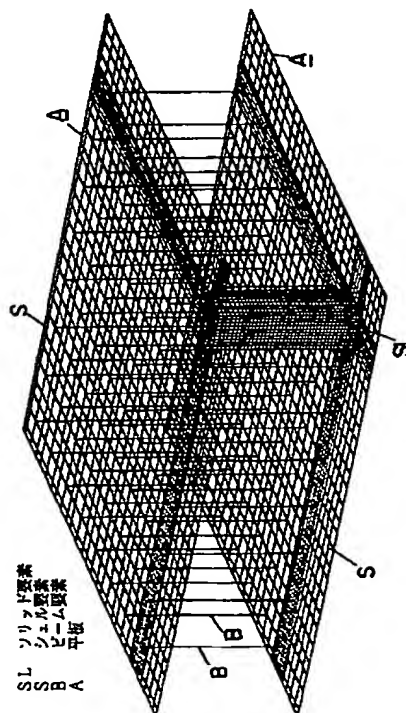
(74) 代理人 弁理士 西川 恵清 (外1名)

(54) 【発明の名称】 電子デバイス強度評価用有限要素法解析モデル作成方法、電子デバイス強度評価方法、評価装置

(57) 【要約】

【課題】電子デバイスの強度を評価する際、解析オペレータ固有の技術に依らず短時間で、実使用レベルで解析精度を保つ有限要素モデルを構築し、疲労寿命までを評価できる電子デバイス強度評価用有限要素法解析モデル作成方法と電子デバイス強度評価方法と評価装置を提供するにある。

【解決手段】有限要素法解析モデルは、詳細に解析する部分の電子デバイスにのみソリッド要素S Lを用い、同一断面形状を有するオブジェクト（電子デバイス）に対してはビーム要素Bによる表現を行う。その同一形状複数のオブジェクトは2つの平板A、A間に存在し、その平板A、Aはシェル要素Sで表現する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】対向する 2 つの平板と、この平板間に並設される複数の電子デバイスと、該平板に対する各電子デバイスの接合部とを備える電子デバイスモジュールの強度評価方法に用いる有限要素法解析モデルを、電子デバイスモジュールの設計パラメータから詳細解析部分をソリッド要素、2 つの平板をシェル要素、ソリッド要素と同一断面形状を有するオブジェクトをビーム要素で定義して作成することを特徴とする電子デバイス強度評価用有限要素法解析モデル作成方法。

【請求項 2】ビーム要素をソリッド要素の変形挙動と一致させたことを特徴とする請求項 1 記載の電子デバイス強度評価用有限要素法解析モデル作成方法。

【請求項 3】平板を構成するシェル要素とビーム要素との交点にあたる節点を中心とする平板部にシェル要素を別途定義したことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の電子デバイス強度評価用有限要素法解析モデル作成方法。

【請求項 4】シェル要素の厚さを定義したことを特徴とする請求項 3 記載の電子デバイス強度評価用有限要素法解析モデル作成方法。

【請求項 5】シェル要素の弾性率を定義したことを特徴とする請求項 3 記載の電子デバイス強度評価用有限要素法解析モデル作成方法。

【請求項 6】シェル要素を複数定義したことを特徴とする請求項 3 記載の電子デバイス強度評価用有限要素法解析モデル作成方法。

【請求項 7】平板を構成するシェル要素とビーム要素との交点にあたる節点を中心とするビーム要素を定義したことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の電子デバイス強度評価用有限要素法解析モデル作成方法。

【請求項 8】詳細解析部分のソリッド要素の断面形状の外周に相当する線上にある節点に対してビーム要素を定義したことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の電子デバイス強度評価用有限要素法解析モデル作成方法。

【請求項 9】ビーム要素の配置を十字形としたことを特徴とする請求項 7 又は 8 記載の電子デバイス強度評価用有限要素法解析モデル作成方法。

【請求項 10】ビーム要素の配置を対角線上に定義したことを特徴とする請求項 7 又は 8 記載の電子デバイス強度評価用有限要素法解析モデル作成方法。

【請求項 11】ビーム要素の配置を脚状としたことを特徴とする請求項 7 又は 8 記載の電子デバイス強度評価用有限要素法解析モデル作成方法。

【請求項 12】ビーム要素の断面形状を定義したことを特徴とする請求項 7 記載の電子デバイス強度評価用有限要素法解析モデル作成方法。

【請求項 13】ビーム要素の弾性率を定義したことを特徴とする請求項 7 記載の電子デバイス強度評価用有限要素法解析モデル作成方法。

【請求項 14】平板を構成するシェル要素とビーム要素

との交点にあたる節点を中心とするソリッド要素を定義したことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の電子デバイス強度評価用有限要素法解析モデル作成方法。

【請求項 15】ソリッド要素の高さを定義したことを特徴とする請求項 14 記載の電子デバイス強度評価用有限要素法解析モデル作成方法。

【請求項 16】ソリッド要素の弾性率を定義したことを特徴とする請求項 14 記載の電子デバイス強度評価用有限要素法解析モデル作成方法。

10 【請求項 17】詳細解析部分のソリッド要素の断面形状を定義するとともに数を複数設定したことを特徴とする請求項 1 乃至 16 の何れかに記載の電子デバイス強度評価用有限要素法解析モデル作成方法。

【請求項 18】熱応力強度を評価すべき電子デバイスモジュールの設計に係るパラメータを入力する工程と、当該電子デバイスモジュールの温度分布を計算する工程と、上記パラメータに基づいて請求項 1 乃至 17 の何れかの記載の電子デバイス強度評価用有限要素法解析モデル作成方法によるシミュレーションモデルを作成する工程と、上記温度分布をシミュレーションモデルの対応する部分に代入して上記温度分布から熱応力解析を行う工程と、この熱応力解析の工程により得られた上記電子デバイスモジュールの応力分布と疲労寿命データとを用いて当該電子デバイスモジュールの疲労寿命強度を定量的に評価する工程とからなることを特徴とする電子デバイス強度評価方法。

【請求項 19】熱応力強度を評価すべき電子デバイスモジュールの設計に係るパラメータを入力する手段と、入力されたパラメータにより有限要素解析モデルを作成する機能、電子デバイスモジュールの温度分布計算する機能、計算された温度分布と有限要素解析モデルとで熱応力計算を行う機能と、熱応力計算により得られた熱応力分布と予めデータファイルに登録されている疲労寿命データとの比較により当該電子デバイスモジュールの寿命を求める機能とを備えた演算手段と、上記データファイルと、演算手段により得られた解析結果を表示する表示手段とからなり、上記有限要素解析モデルとして請求項 1 乃至 17 記載の何れかに記載の電子デバイス強度評価用有限要素法解析モデル作成方法によって作成された有限要素解析モデルを用いたことを特徴とする評価装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子デバイス強度評価方法及びその装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】一般的な有限要素解析を実施する際、検討すべきモデルの数だけ図 15 のフローチャートに示すように、形状定義、特性定義、節点作成、要素作成、境界条件設定、計算実行、結果表示という手順を繰り返す

直接オペレータが行う。また要素数が膨大になるモデルは計算機のハード環境により制限され、現実的でない計算時間を要したり、全く実行できないことになる。

#### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】通常オペレータは一連の作業を全てコンピュータ端末で行い、その作業時間はオペレータの固有技術に支配される。従来、シミュレーションを含む開発手順において解析検討すべきモデルが多いとそれだけオペレータのモデル作成時間が増大する。

【0004】一方、モデル化に際し膨大な要素数を要する場合にはコンピュータの制約上計算ができないという問題があった。尚電子デバイスに発生するクラックについては特開平 3-25957 号公報に開示されているものがある。

【0005】本発明は、上記の問題点に鑑みて為されたもので、その目的とするところは、電子デバイスの強度を評価する際、解析オペレータ固有の技術に依らず短時間で、実使用レベルで解析精度を保つ有限要素モデルを構築し、疲労寿命までを評価できる電子デバイス強度評価用有限要素法解析モデル作成方法と電子デバイス強度評価方法と評価装置を提供するにある。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項 1 の発明では、対向する 2 つの平板と、この平板間に並設される複数の電子デバイスと、該平板に対する各電子デバイスの接合部とを備える電子デバイスモジュールの強度評価方法に用いる有限要素法解析モデルを、電子デバイスモジュールの設計パラメータから詳細解析部分をソリッド要素、2 つの平板をシェル要素、ソリッド要素と同一断面形状を有するオブジェクトをビーム要素で定義して作成することを特徴とする。

【0007】請求項 2 の発明では、請求項 1 の発明において、ビーム要素をソリッド要素の変形挙動と一致させたことを特徴とする。請求項 3 の発明では、請求項 1 又は 2 の発明において、平板を構成するシェル要素とビーム要素との交点にあたる節点を中心とする平板部にシェル要素を別途定義したことを特徴とする。

【0008】請求項 4 の発明では、請求項 3 の発明において、シェル要素の厚さを定義したことを特徴とする。請求項 5 の発明では、請求項 3 の発明において、シェル要素の弾性率を定義したことを特徴とする。請求項 6 の発明では、請求項 3 の発明において、シェル要素を複数定義したことを特徴とする。

【0009】請求項 7 の発明では、請求項 1 又は 2 の発明において、平板を構成するシェル要素とビーム要素との交点にあたる節点を中心とするビーム要素を定義したことを特徴とする。請求項 8 の発明では、請求項 1 又は 2 の発明において、詳細解析部分のソリッド要素の断面

形状の外周に相当する線上にある節点に対してビーム要素を定義したことを特徴とする。

【0010】請求項 9 の発明では、請求項 7 又は 8 の発明において、ビーム要素の配置を十字形としたことを特徴とする。請求項 10 の発明では、請求項 7 又は 8 の発明において、ビーム要素の配置を対角線上に定義したことを特徴とする。請求項 11 の発明では、請求項 7 又は 8 の発明において、ビーム要素の配置を脚状としたことを特徴とする。

10 【0011】請求項 12 の発明では、請求項 7 の発明において、ビーム要素の断面形状を定義したことを特徴とする。請求項 13 の発明では、請求項 7 の発明において、ビーム要素の弾性率を定義したことを特徴とする。請求項 14 の発明では、請求項 1 又は 2 の発明において、平板を構成するシェル要素とビーム要素との交点にあたる節点を中心とするソリッド要素を定義したことを特徴とする。

20 【0012】請求項 15 の発明では、請求項 14 の発明において、ソリッド要素の高さを定義したことを特徴とする。請求項 16 の発明では、請求項 14 の発明において、ソリッド要素の弾性率を定義したことを特徴とする。請求項 17 の発明では、請求項 1 乃至 16 の何れかの発明において、詳細解析部分のソリッド要素の断面形状を定義するとともに数を複数設定したことを特徴とする。

30 【0013】請求項 18 の発明では、熱応力強度を評価すべき電子デバイスモジュールの設計に係るパラメータを入力する工程と、当該電子デバイスモジュールの温度分布を計算する工程と、上記パラメータに基づいて請求項 1 乃至 17 の何れかの記載の電子デバイス強度評価用有限要素法解析モデル作成方法によるシミュレーションモデルを作成する工程と、上記温度分布をシミュレーションモデルの対応する部分に代入して上記温度分布から熱応力解析を行う工程と、この熱応力解析の工程により得られた上記電子デバイスモジュールの応力分布と疲労寿命データとを用いて当該電子デバイスモジュールの疲労寿命強度を定量的に評価する工程とからなることを特徴とする。

40 【0014】請求項 19 の発明では、熱応力強度を評価すべき電子デバイスモジュールの設計に係るパラメータを入力する手段と、入力されたパラメータにより有限要素解析モデルを作成する機能、電子デバイスモジュールの温度分布計算する機能、計算された温度分布と有限要素解析モデルとで熱応力計算を行う機能と、熱応力計算により得られた熱応力分布と予めデータファイルに登録されている疲労寿命データとの比較により当該電子デバイスモジュールの寿命を求める機能とを備えた演算手段と、上記データファイルと、演算手段により得られた解析結果を表示する表示手段とからなり、上記有限要素解析モデルとして請求項 1 乃至 17 記載の何れかに記

載の電子デバイス強度評価用有限要素法解析モデル作成方法によって作成された有限要素法解析モデルを用いたことを特徴とする。

#### 【0015】

【発明の実施の形態】実施形態の説明を行う前に本発明の原理について説明する。強度評価を有限要素法を用いる場合、その有限要素法解析モデルはソリッド要素、シェル要素、ビーム要素で構成される。一般的に解析をする場合は各要素を単独で用いるが、ペルチェモジュール、半導体パンプ、ボール・グリッド・アレイ（BG 10 A）、ピン・グリッド・アレイ（PGA）のような対向する2つの平板と、この平板間に並設される複数の電子デバイスと、該平板に対する各電子デバイスの接合部とを備える電子デバイスモジュールのようにオブジェクト（電子デバイス）が多数配置される場合に、ソリッド要素を用いて有限要素法解析モデルを作成すると要素数が膨大になり、計算不可能となる。勿論同一形状のオブジェクトが多数配置される場合も同様である。

【0016】その場合の代替案として、ある断面を対象に2次元モデルでの解析を行うこともあるが、これでは 20 3次元的なデータは得られない。そこで、本発明の有限要素法解析モデルでは図2に示す電子デバイスモジュールM（図2ではペルチェユニットの外観を示す）の詳細に解析する部分の電子デバイスにのみ図1に示すようにソリッド要素SLを用い、上記のように同一断面形状を有するオブジェクト（電子デバイス）に対してはビーム要素Bによる表現を行う。その同一形状複数のオブジェクトは2つの平板A、A間に存在し、その平板A、Aはシェル要素Sで表現される。

【0017】図3（a）はソリッド要素モデルを、

（b）はビーム要素モデルを夫々示しており、ビーム要素Bを用いると同一の断面を有するソリッド要素モデルに比べて非常に少ない要素数で表現できる。しかし、シェル要素Sとビーム要素Bをモデル上で接合する際、同一の節点Xを共有することになるが、解析上モデルに変形が生じると図4に示すように共有している節点Xに荷重が集中する。そのため実際オブジェクトにはある断面積を有しているの、これでは実現象に対応した解析がなされていないことになる。

【0018】それを解消するための方法を下記の実施形態により詳説する。まず、図5（a）に示すソリッド要素モデルの変形挙動と、図5（b）に示すビーム要素変形モデルの変形挙動とを一致させるためにビーム要素について剪断合成を定義してビーム要素Bへの置換を可能とし、このビーム要素Bに関してはソリッド要素SLで定義した断面形状と同一の断面形状を定義する。

【0019】次にビーム要素Bと、上下の平板A、Aを表すシェル要素Sとの節点Xに関して、解析上1点に荷重が作用することにより起きる図4に示す接合部変形を是正するために次のような定義を行う。つまりビーム要

素Bは図6に示すようにシェル要素Sと同一節点Xを介して接合されており、このためシェル要素Sには平板A自身の物性を定義する。そこへ接合の節点Xを中心に図7に示すように新たに補正用シェル要素S'を定義する。

【0020】尚シェル要素Sの定義において、シェル要素Sの剛性を上げることで接合の節点Xの集中荷重による変形を是正することもできる。この剛性を上げる方法としては平板Aの板厚を上げる方法がある。またその他の方法として弾性率を高くして変形抵抗を上げる方法や、複数のシェル要素Sを定義する方法もある。

【0021】上記のようにシェル要素Sによる変形は正によらない方法としてビーム要素Bによる方法もある。ここで示す集中荷重による変形は正方法は当然のことながら個々のオブジェクト断面を越えては定義することはない。さてこの場合は詳細解析部分のソリッド要素SLの断面形状の外周に相当する線上に節点Xを定義する方法であり図8（a）に示すようにビーム要素Bを十字形にする方法、また図8（b）に示すように対角にする方法等があり、特に対角にする方法はオブジェクトが矩形断面に対して端部を規定できるので有効である。また図8（c）に示すようにビーム要素Bを中心点のやや上方から対角方向に脚状に要素を配置する方法もある。

【0022】ところで、前述のビーム要素Bとソリッド要素SLの変形挙動を一致させる方法として剪断剛性の定義をしたが、ここではビーム要素Bによる定義をする。三脚の足のようにビーム要素Bを定義することでオブジェクトの断面形状を考慮しつつソリッド要素Sとの変形挙動を一致させることができる。上記のシェル要素Sを用いたときと同様の考えの下で、ビーム要素Bの剛性を上げる方法としてビーム要素の断面形状の定義を変更することができる（たとえば、単に断面積を大きくする）。また、ビーム要素Bの弾性率定義を行い、変形に対して剛性を持たせることができる。ビーム要素Bでは2節点間での定義なので、複雑な断面形状に対しても図9に示すようにビーム要素Bを脚状とする方法により、断面形状の外周部にある節点に対して容易に定義することができる。

【0023】さらに、ビーム要素Bとソリッド要素SLの変形挙動を一致させる方法としてソリッド要素SLによる方法がある。この場合上記2種類の要素定義と同様に、接合節点中心にソリッド要素SLを定義する。つまりシェル要素SLで定義した板厚（高さ）のように、これをソリッド要素SLにも適用する。図10はこの場合を示す。また図11はビーム要素Bとソリッド要素SLに同じ荷重を掛けたときの変位と補助用シェル要素S'の厚さtとの関係を示す。この場合ビーム要素Bの変位量（II）に対してソリッド要素SLの変位量（I）が一致する補助用シェル要素S'の厚さtを定義すれば良いことを示している。

【0024】また、弾性率を定義することによる方法でも変形挙動を一致させることができる。このようにして有限要素法解析モデルの詳細解析部分については電子デバイスの形状により様々な断面形状をとることができ、それらは詳細解析を行いたい部分部位においてソリッド要素SLによる詳細な要素分割をし、その他多数のオブジェクトに対してはビーム要素Bで定義するが、その断面形状はソリッド要素SLによる断面と同一となる。

【0025】以上のような方法によりシミュレーションモデルとして、有限要素法解析モデルを作成して、電子デバイス強度評価する方法を評価装置の実施形態に基づいて説明する。実施形態装置は図12に示すように電子計算機を用いて実現しており、電子デバイスの設計のパラメータ（諸元）を入力するキーボード1と、演算装置2と、物性値データを格納している外部記憶装置3と、疲労寿命データファイルを読み書きする外部記憶装置4と、評価結果を表示させるための表示端末5とで構成され、図13に示すフローチャートにより電子デバイスモジュールの強度評価が行われる。

【0026】つまり図13のステップ（1）、ステップ（2）は手動作業により設計パラメータ工程であり、まず強度評価を行うための電子デバイスモジュールの設計パラメータ（諸元）の決定を行い、ステップ（2）でキーボード1によるパラメータ入力を行う。この設計パラメータは電子デバイス数、電子デバイス配置のデータ、電子デバイス形状等電子デバイスモジュールの設計に必要なパラメータである。

【0027】この場合電子計算機に予め登録されている電子デバイスモジュールの設計パラメータの選択画面を電子計算機に接続されている表示端末5に映し出し、設計者自身がこの表示画面を見ながら設計パラメータを選択して入力する。設計パラメータの入力が終了すると、電子計算機の演算装置2では予めプログラミングされた評価方法の手順に沿って次のような処理を行う。まず入力された設計パラメータに基づいて有限要素法解析モデルをシミュレーションモデルとして作成する。このステップが節点作成のステップ（3）と要素作成のステップ（4）である。ここで上述の有限要素法解析モデルの作成方法に基づいて、詳細解析部分をソリッド要素SL、二つの平板A、Aをシェル要素S、ソリッド要素SLと同一断面形状を有する多数のオブジェクト（電子デバイス）をビーム要素Bで定義する。ここの工程に対応する演算装置2の機能が図12におけるFEM（有限要素法解析モデル）のメッシュデータ自動生成機能20である。

【0028】熱応力解析をする際、全節点に温度条件を与える必要があるが、電子デバイスにかけられる電圧、物性により非線形分布をすることが知られており、本発明の実施形態装置では、入力設計パラメータにより示される条件に基づき、外部記憶装置3に格納してある各部

の物性値データから発熱・熱伝導による温度分布を計算して、温度条件（境界条件）を決定する（ステップ（5））。

【0029】この温度条件が決定されると有限要素法解析モデルへ反映させるため、その温度条件を有限要素法解析モデルの各節点に定義する（ステップ（6））。そして有限要素法解析モデルとしてのデータが全て整った時点でその時の応力状態を解析するための計算を行う（ステップ7）。このステップ（7）による解析のための計算を行う演算装置2の機能がFEMによる熱応力計算機能21であり、このステップ（7）が熱応力解析工程となる。

【0030】この熱応力解析工程により熱応力解析が求められると、この熱応力解析結果から演算装置2の最大応力振幅の計算機能22により最大振幅計算を行う（ステップ（8））。この計算結果と予め外部記憶装置4に登録してある各種材料に対応した疲労寿命データとを比較して、当該電子デバイスモジュール（製品）の寿命サイクル数を求める。（ステップ（9））。つまりこの工程が寿命強度を定量的に評価を行う工程に相当する。

【0031】図14は疲労寿命データの一例を示しており、応力振幅が小さいほど寿命サイクル数が多くなる。つまり寿命が長くなることを示している。さて、この寿命評価を行った後、解析結果（計算結果）の表示を表示端末3により行う（ステップ（10））。このステップ（10）に対応する工程では解析結果をポスト処理して、特に詳細解析部分のソリッド要素SLの任意断面の応力分布を表示させる。

【0032】以上のように実施の装置において設計パラメータの入力工程以外の工程は直接設計者（オペレータ）の操作を必要とせず、設計者（オペレータ）は演算装置2によって自動的に求めた解析結果を表示端末3の表示により容易に知ることができる。

#### 【0033】

【発明の効果】請求項1記載の発明は、対向する2つの平板と、この平板間に並設される複数の電子デバイスと、該平板に対する各電子デバイスの接合部とを備える電子デバイスモジュールの強度評価方法に用いる有限要素法解析モデルを、電子デバイスモジュールの設計パラメータから詳細解析部分をソリッド要素、2つの平板をシェル要素、ソリッド要素と同一断面形状を有するオブジェクトをビーム要素で定義して作成するので、通常の有限要素法解析モデルの作成においては計算機の制約上計算が不可能なものに対しても、電子デバイスモジュールの2つの平板間に同一断面形状の電子デバイス（オブジェクト）が多数配置されるものについて、詳細に解析すべき部分は解析の精度を落とすことなく解析することができ、その解析結果についても3次元のデータを持ち、その他の部分についてはビーム要素による変形挙動を一致させることにより解析精度に影響を与えることな

10

20

30

40

50

く解析モデル全体の要素数を低減でき、そのため実用レベルの熱応力解析が可能となるという効果がある。

【0034】請求項2記載の発明は、ビーム要素をソリッド要素の変形挙動と一致させるので、両要素の置換が可能となる。請求項3の発明は、平板を構成するシェル要素とビーム要素との交点にあたる節点を中心とする平板部にシェル要素を別途定義したので、ソリッド要素を用いた場合と節点における挙動が一致し、精度のよい解析が実現できるという効果がある。

【0035】請求項4乃至請求項6の各発明は請求項3の発明の実施態様であり、請求項3の発明と同様の作用効果がある。請求項7の発明は、平板を構成するシェル要素とビーム要素との交点にあたる節点を中心とするビーム要素を定義したので、また請求項8の発明は、詳細解析部分のソリッド要素の断面形状の外周に相当する線上にある節点に対してビーム要素を定義したので、ソリッド要素を用いた場合と節点における挙動が一致し、精度のよい解析が実現できるという効果がある。

【0036】請求項9乃至請求項13の発明は請求項7或いは8の発明の実施態様であり、請求項7或いは8の発明と同様の作用効果がある。請求項14の発明は、平板を構成するシェル要素とビーム要素との交点にあたる節点を中心とするソリッド要素を定義したので、オブジェクトに対してソリッド要素を用いた場合と節点における挙動が一致し、精度のよい解析が実現できるという効果がある。

【0037】請求項17の発明は、詳細解析部分のソリッド要素の断面形状を定義するとともに数を複数設定したので、解析モデル自体を複数作成する必要がなく、効率的に解析結果の検討ができ、実用レベルでの有限要素法解析を実現できる。請求項18の発明は、熱応力強度を評価すべき電子デバイスモジュールの設計に係るパラメータを入力する工程と、当該電子デバイスモジュールの温度分布を計算する工程と、上記パラメータに基づいて請求項1乃至17の何れかの記載の電子デバイス強度評価用有限要素法解析モデル作成方法によるシミュレーションモデルを作成する工程と、上記温度分布をシミュレーションモデルの対応する部分に代入して上記温度分布から熱応力解析を行う工程と、この熱応力解析の工程により得られた上記電子デバイスモジュールの応力分布と疲労寿命データとを用いて当該電子デバイスモジュールの疲労寿命強度を定量的に評価する工程とからなるので、設計パラメータ（諸元）が決定され設計者（オペレータ）による入力完了すると、有限要素法解析モデルの作成から疲労寿命の算出、応力分布の結果表示まで

を自動で実行できるので、解析時間の大幅な短縮が図れ、その上有限要素法解析モデルの作成をオペレータの固有技術に依らないため、常に均質の有限要素解析モデルを作成することができ、その結果、解析結果も品質が整うという効果がある。

【0038】請求項19の発明は請求項18の作用効果を得ることができる装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明における有限要素法解析モデルの概観図である。

【図2】評価対象となる電子デバイスモジュールの概観斜視図である。

【図3】（a）は同上の有限要素法解析モデルのソリッド要素の概観図である。（b）は同上の有限要素法解析モデルのビーム要素モデルの概観図である。

【図4】ビーム要素とシェル要素の接合節点の変形の説明図である。

【図5】（a）はソリッド要素モデルの変形挙動を示す図である。（b）はビーム要素モデルの変形挙動を示す図である。

【図6】ビーム要素とシェル要素の接合節点の変形に対応するシェル要素とビーム要素の定義の説明図である。

【図7】ビーム要素とシェル要素の接合節点の変形に対応する補助シェル要素の定義の説明図である。

【図8】ビーム要素とシェル要素の接合節点の変形に対応するビーム要素の定義の説明図である。

【図9】ビーム要素とソリッド要素の挙動一致の定義例の説明図である。

【図10】ビーム要素とソリッド要素の挙動一致の他の定義例の説明図である。

【図11】同上のビーム要素の変位とソリッド要素の変位とを一致させる補助シェル要素の厚さの関係説明図である。

【図12】本発明の評価装置の実施形態の概念的な構成図である。

【図13】同上の動作フローチャートである。

【図14】同上に用いる疲労寿命データの一例を示す説明図である。

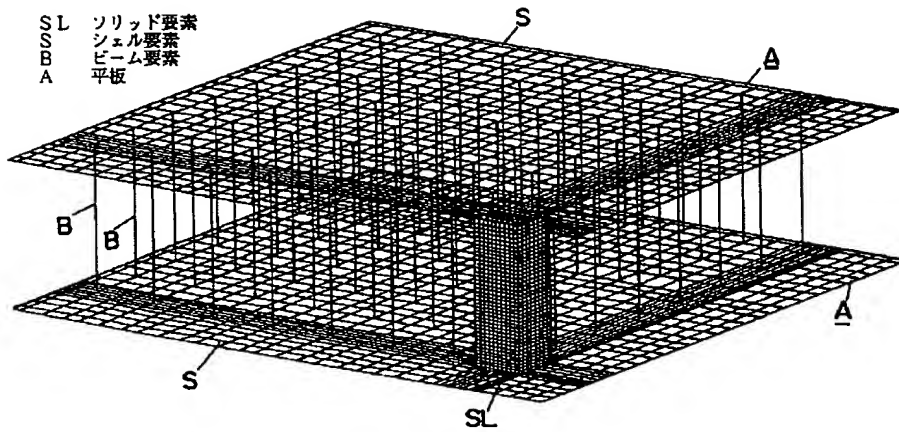
【図15】従来の評価方法のフローチャートである。

【符号の説明】

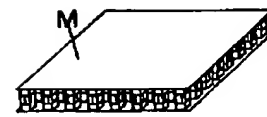
S L ソリッド要素  
S シェル要素  
B ビーム要素  
A 平板



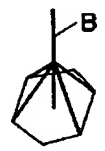
【図1】



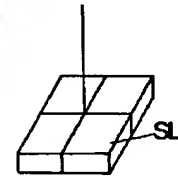
【図2】



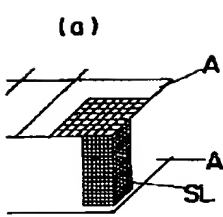
【図9】



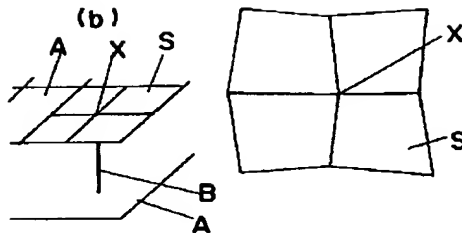
【図10】



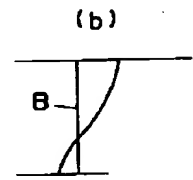
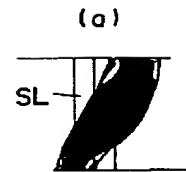
【図3】



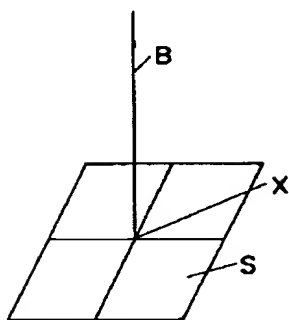
【図4】



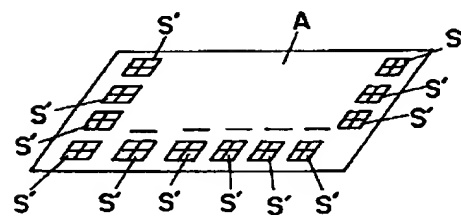
【図5】



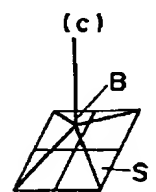
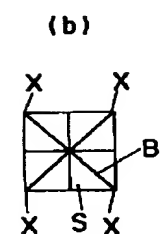
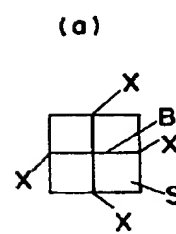
【図6】



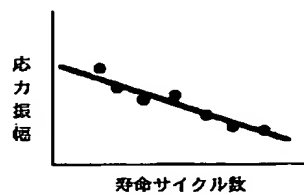
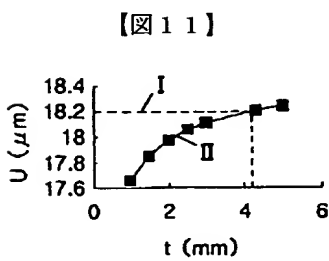
【図7】



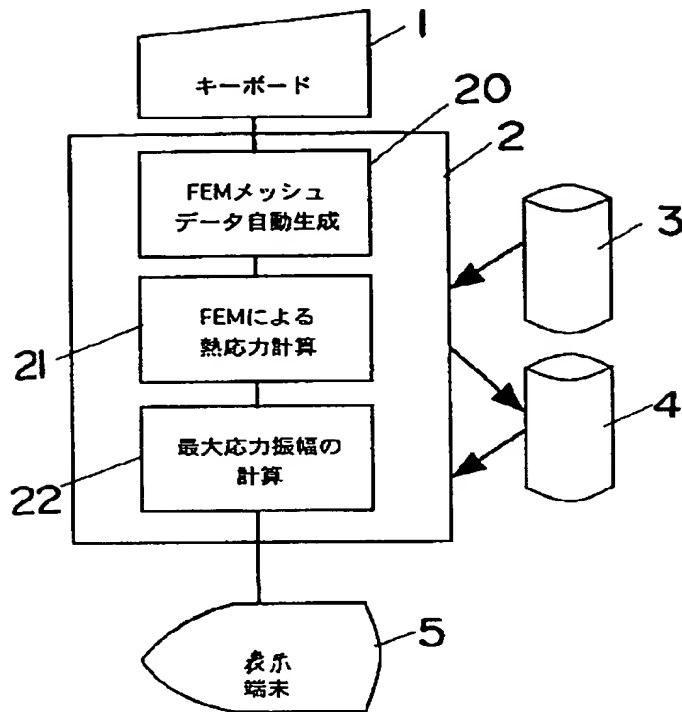
【図8】



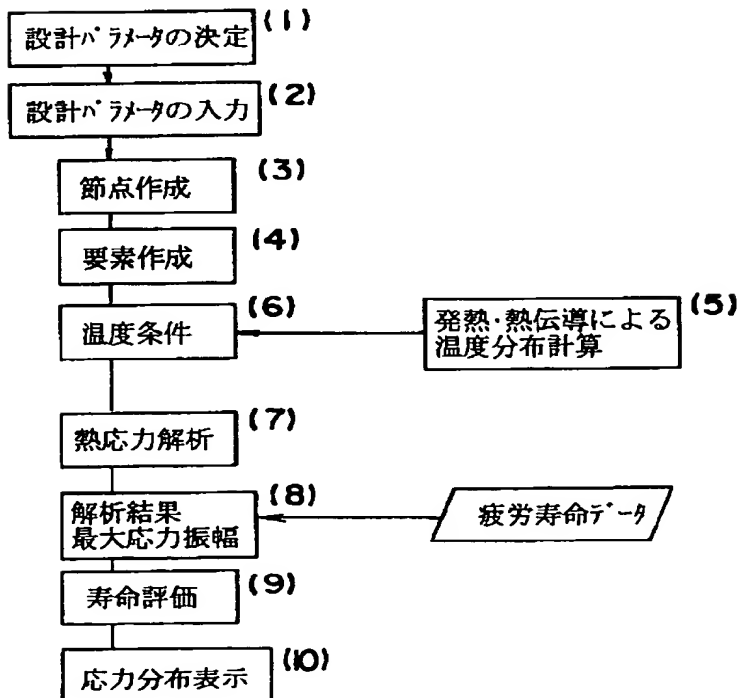
【図14】



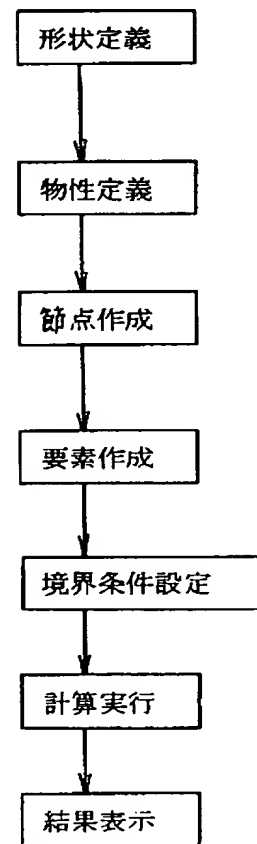
【図12】



【図13】



【図15】



(9)

特開平 1 1 - 2 7 2 7 3 5

【手続補正書】

【提出日】平成 1 0 年 1 1 月 9 日

【手続補正 1】

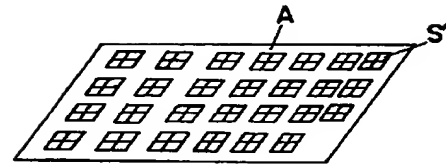
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 7

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 7】



## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

JP 11-272735

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The finite element method model creation approach for electron device on-the-strength evaluation characterized by to define and create the object which has a detailed-analysis part for the finite element method model used for the on-the-strength evaluation approach of an electron device module equipped with two plates which counter, two or more electron devices installed between this plate, and the joint of each electron device to this plate from the design parameter of an electron device module, and has the same cross-section configuration as a shell element and a solid element for a solid element and two plates with a beam element.

[Claim 2] The finite element method model creation approach for electron device on-the-strength evaluation according to claim 1 characterized by making a beam element in agreement with the deformation behavior of a solid element.

[Claim 3] The finite element method model creation approach for electron device on-the-strength evaluation according to claim 1 or 2 characterized by defining a shell element as the monotonous section centering on the joint which hits at the intersection of the shell element and beam element which constitute a plate separately.

[Claim 4] The finite element method model creation approach for electron device on-the-strength evaluation according to claim 3 characterized by defining the thickness of a shell element.

[Claim 5] The finite element method model creation approach for electron device on-the-strength evaluation according to claim 3 characterized by defining the modulus of elasticity of a shell element.

[Claim 6] The finite element method model creation approach for electron device on-the-strength evaluation according to claim 3 characterized by defining two or more shell elements.

[Claim 7] The finite element method model creation approach for electron device on-the-strength evaluation according to claim 1 or 2 characterized by defining the beam element centering on the joint which hits at the intersection of the shell element and beam element which constitute a plate.

[Claim 8] The finite element method model creation approach for electron device on-the-strength evaluation according to claim 1 or 2 characterized by defining a beam element to the joint on the line equivalent to the periphery of the cross-section configuration of the solid element of a detailed-analysis part.

[Claim 9] The finite element method model creation approach for electron device on-the-strength evaluation according to claim 7 or 8 characterized by making arrangement of a beam element into a cross-joint form.

[Claim 10] The finite element method model creation approach for electron device on-the-strength evaluation according to claim 7 or 8 characterized by defining arrangement of a beam element on the diagonal line.

[Claim 11] The finite element method model creation approach for electron device on-the-strength evaluation according to claim 7 or 8 characterized by making arrangement of a beam element into a leg shape.

[Claim 12] The finite element method model creation approach for electron device on-the-strength evaluation according to claim 7 characterized by defining the cross-section configuration of a beam element.

[Claim 13] The finite element method model creation approach for electron device on-the-strength evaluation according to claim 7 characterized by defining the modulus of elasticity of a beam element.

[Claim 14] The finite element method model creation approach for electron device on-the-strength evaluation according to claim 1 or 2 characterized by defining the solid element centering on the joint which hits at the intersection of the shell element and beam element which constitute a plate.

[Claim 15] The finite element method model creation approach for electron device on-the-strength evaluation according to claim 14 characterized by defining the height of a solid element.

[Claim 16] The finite element method model creation approach for electron device on-the-strength evaluation according to claim 14 characterized by defining the modulus of elasticity of a solid element.

[Claim 17] The finite element method model creation approach for electron device on-the-strength evaluation given in claim 1 thru/or any of 16 they are. [ which is characterized by carrying out the multi-statement of the number while defining the cross-section configuration of the solid element of a detailed-analysis part ]

[Claim 18] The process which inputs the parameter concerning the design of the electron device module which

should evaluate thermal stress reinforcement, The process which calculates the temperature distribution of the electron device module concerned, and the process which creates the simulation model by claim 1 thru/or the finite element method model creation approach for electron device on-the-strength evaluation of which publication of 17 based on the above-mentioned parameter, The process which substitutes the above-mentioned temperature distribution for the part to which a simulation model corresponds, and performs thermal stress analysis from the above-mentioned temperature distribution, The electron device on-the-strength evaluation approach characterized by consisting of a process which evaluates quantitatively the fatigue life reinforcement of the electron device module concerned using the stress distribution and fatigue life data of the above-mentioned electron device module which were obtained according to the process of this thermal stress analysis.

[Claim 19] A means to input the parameter concerning the design of the electron device module which should evaluate thermal stress reinforcement, The function which creates a finite-element-analysis model in the inputted PARA meter, and the function in which the temperature distribution which carry out temperature-distribution count and which were functioned and calculated and the finite-element-analysis model of an electron device module perform thermal stress count, The operation means equipped with the function to search for the life of the electron device module concerned by the comparison with the thermal stress distribution acquired by thermal stress count, and the fatigue life data beforehand registered into the data file, It consists of the above-mentioned data file and a display means to display the analysis result obtained by the operation means. Evaluation equipment characterized by using the finite-element-analysis model created as the above-mentioned finite-element-analysis model by the finite element method model creation approach for electron device on-the-strength evaluation given in any according to claim 1 to 17 they are.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the electron device on-the-strength evaluation approach and its equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] In case general finite element analysis is carried out, as only the number of the models which should be examined is shown in the flow chart of drawing 15, as a result of a configuration definition, a property definition, joint creation, element creation, a boundary condition setup, and count activation, the procedure of a display is repeated and a direct operator carries out. Moreover, the model with which the number of elements becomes huge is restricted by the hard environment of a computer, and the computation time which is not realistic cannot be required or it can completely be performed.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Usually, an operator does all a series of activities with a computer terminal, and the working hours are governed by an operator's proper technique. Conventionally, if there are many models which should carry out analysis examination in a development procedure including simulation, an operator's model creation time will increase so much.

[0004] On the other hand, when requiring the huge number of elements on the occasion of modeling, there was a problem that count of a computer on constraint could not be performed. In addition, there are some which are indicated by JP,3-25957,A as what performs simulation using a thermoelastic model about the crack generated in an electron device.

[0005] In case the reinforcement of an electron device is evaluated, it does not depend on the technique of an analysis operator proper, but it is a short time, and the place which succeeded in this invention in view of the above-mentioned trouble, and is made into the purpose builds the finite element model which maintains analysis precision on real use level, and is to offer the finite element method model creation approach for electron device on the strength evaluation and the electron device on the strength evaluation approach of evaluate even a fatigue life, and evaluation equipment.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, in invention of claim 1 Two plates which counter, and two or more electron devices installed between this plate, The finite element method model used for the on-the-strength evaluation approach of an electron device module equipped with the joint of each electron device to this plate It is characterized by defining and creating the object which has [ a detailed-analysis part ] the same cross-section configuration as a shell element and a solid element for a solid element and two plates with a beam element from the design parameter of an electron device module.

[0007] In invention of claim 2, it is characterized by making a beam element in agreement with the deformation behavior of a solid element in invention of claim 1. It is characterized by defining a shell element as the monotonous section centering on the joint which hits in claim 1 or invention of 2 at the intersection of the shell element and beam element which constitute a plate separately in invention of claim 3.

[0008] In invention of claim 4, it is characterized by defining the thickness of a shell element in invention of claim 3. In invention of claim 5, it is characterized by defining the elastic modulus of a shell element in invention of claim 3. In invention of claim 6, it is characterized by defining two or more shell elements in invention of claim 3.

[0009] It is characterized by invention of claim 7 defining the beam element centering on the joint which hits in claim 1 or invention of 2 at the intersection of the shell element and beam element which constitute a plate. It is characterized by invention of claim 8 defining a beam element to the joint which is in claim 1 or invention of 2 on the line equivalent to the periphery of the cross-section configuration of the solid element of a detailed-analysis part.

[0010] In invention of claim 9, it is characterized by making arrangement of a beam element into a cross-joint form in claim 7 or invention of 8. In invention of claim 10, it is characterized by defining arrangement of a beam element on the diagonal line in claim 7 or invention of 8. In invention of claim 11, it is characterized by making arrangement of a beam element into a leg shape in claim 7 or invention of 8.

[0011] In invention of claim 12, it is characterized by defining the cross-section configuration of a beam element in invention of claim 7. In invention of claim 13, it is characterized by defining the elastic modulus of a beam element in invention of claim 7. It is characterized by invention of claim 14 defining the solid element centering on the joint which hits in claim 1 or invention of 2 at the intersection of the shell element and beam element which constitute a plate.

[0012] In invention of claim 15, it is characterized by defining the height of a solid element in invention of claim 14. In invention of claim 16, it is characterized by defining the elastic modulus of a solid element in invention of claim 14. In invention of claim 17, in claim 1 thru/or invention [ which / of 16 ], while defining the cross-section configuration of the solid element of a detailed-analysis part, it is characterized by carrying out the multi-statement of the number.

[0013] The process which inputs the parameter concerning the design of the electron device module which should evaluate thermal stress reinforcement by invention of claim 18, The process which calculates the temperature distribution of the electron device module concerned, and the process which creates the simulation model by claim 1 thru/or the finite element method model creation approach for electron device on-the-strength evaluation of which publication of 17 based on the above-mentioned parameter, The process which substitutes the above-mentioned temperature distribution for the part to which a simulation model corresponds, and performs thermal stress analysis from the above-mentioned temperature distribution, It is characterized by consisting of a process which evaluates quantitatively the fatigue life reinforcement of the electron device module concerned using the stress distribution and fatigue life data of the above-mentioned electron device module which were obtained according to the process of this thermal stress analysis.

[0014] A means to input the parameter concerning the design of the electron device module which should evaluate thermal stress reinforcement by invention of claim 19, The function which creates a finite-element-analysis model in the inputted PARA meter, and the function in which the temperature distribution which carry out temperature-distribution count and which were functioned and calculated and the finite-element-analysis model of an electron device module perform thermal stress count, The operation means equipped with the function to search for the life of the electron device module concerned by the comparison with the thermal stress distribution acquired by thermal stress count, and the fatigue life data beforehand registered into the data file, It consists of the above-mentioned data file and a display means to display the analysis result obtained by the operation means. It is characterized by using the finite element method model created as the above-mentioned finite-element-analysis model by the finite element method model creation approach for electron device on-the-strength evaluation given in any according to claim 1 to 17 they are.

[0015]

[Embodiment of the Invention] Before explaining an operation gestalt, the principle of this invention is explained. In evaluation on the strength, when using the finite element method, the finite element method model consists of a solid element, a shell element, and a beam element. Although each element is independently used when analyzing generally Two plates like the Peltier module, a semi-conductor bump, a ball grid array (BGA), and a pin grid array (PGA) which counter, When many objects (electron device) are arranged like an electron device module equipped with two or more electron devices installed between this plate, and the joint of each electron device to this plate If a finite element method model is created using a solid element, the number of elements will become huge and will become incalculable. It is also the same as when many objects of the same configuration are arranged, of course.

[0016] As an alternative in that case, although analysis in a two-dimensional model may be performed for a certain cross section, now, three-dimension-data are not obtained. So, in the finite element method model of this invention, as shown only in the electron device of the part analyzed in the detail of the electron device module M ( drawing 2 shows the appearance of the Peltier unit) shown in drawing 2 at drawing 1 , to the object (electron device) which has the same cross-section configuration as mentioned above, the expression by the beam element B is performed using the solid element SL. The object of the same configuration plurality exists between two plates A and A, and the plates A and A are expressed by shell element S.

[0017] Drawing 3 (a) shows a solid element model, and (b) shows the beam element model, respectively, and if the beam element B is used, compared with the solid element model which has the same cross section, it can express with the very small number of elements. However, in case the beam element B is joined to shell element S on a model, the same joint X will be shared, but if deformation arises to an analysis top model, a load will concentrate on the joint X currently shared as shown in drawing 4 . Therefore, since it actually has a certain

cross section in the object, the analysis corresponding to an implementation elephant will be made in this.

[0018] The approach for canceling it is explained in full detail according to the following operation gestalt. First, in order to make in agreement the deformation behavior of the solid element model shown in drawing 5 (a), and the deformation behavior of beam element deformation MODERU shown in drawing 5 (b), shear composition is defined about a beam element, the permutation to the beam element B is enabled and the same cross-section configuration as the cross-section configuration which the solid element SL defined about this beam element B is defined.

[0019] Next, in order to correct the joint deformation shown in drawing 4 which occurs when a load acts on one point on analysis about the joint X with shell element S showing the plates A and A of the beam element B and the upper and lower sides, a definition [ like / next ] is performed. That is, as shown in drawing 6 , it is joined through the same joint X as shell element S, and for this reason, the beam element B defines own physical properties of plate A as shell element S. Centering on the joint X of junction, as shown in drawing 7 , shell element S' for amendment is newly defined there.

[0020] In addition, in the definition of shell element S, deformation by the concentrated load of the joint X of junction is also correctable by raising the rigidity of shell element S. There is the approach of raising the board thickness of Plate A as an approach of raising this rigidity. Moreover, there are also an approach of making an elastic modulus high as the other approaches, and raising deformation resistance and a method of defining two or more shell element S.

[0021] There is also an approach by the beam element B as an approach by the deformation correction by shell element S as mentioned above. deformation by the concentrated load shown here -- this Masakata -- every time law crosses each object cross section with a natural thing, it is not defined Now, since an object can specify an edge to a rectangle cross section, the approach which it is the approach of defining Joint X on the line which is equivalent to the periphery of the cross-section configuration of the solid element SL of a detailed-analysis part in this case, there are an approach of making the beam element B a cross-joint form, the approach of making it into a vertical angle as shown in drawing 8 (b), etc. as shown in drawing 8 (a), and is made especially into a vertical angle is effective. Moreover, as shown in drawing 8 (c), there is also the approach of the central point which arranges an element to a leg shape in the direction of a vertical angle from the upper part a little about the beam element B.

[0022] By the way, although shear rigidity was defined as an approach of making in agreement the deformation behavior of the above-mentioned beam element B and the solid element SL, the definition by the beam element B is carried out here. Deformation behavior with the solid element S can be made in agreement, taking the cross-section configuration of an object into consideration by defining the beam element B like the guide peg of a tripod. Under the same idea as the time of using the above-mentioned shell element S, the definition of the cross-section configuration of a beam element can be changed as an approach of raising the rigidity of the beam element B (for example, the cross section is only enlarged). Moreover, the elastic-modulus definition of the beam element B can be performed, and rigidity can be given to deformation. Since it is the definition during 2 joints, the beam element B can define the beam element B easily to the joint in the periphery section of a cross-section configuration by the approach of making it into a leg shape, as shown in drawing 9 also to a complicated cross-section configuration.

[0023] Furthermore, there is an approach by the solid element SL as an approach of making in agreement the deformation behavior of the beam element B and the solid element SL. In this case, centering on a junction joint, the solid element SL is defined like the two above-mentioned kinds of element definitions. That is, this is applied to the solid element SL like the board thickness (height) which shell element SL defined. Drawing 10 shows this case. Moreover, drawing 11 shows the relation between the variation rate when imposing the same load as the beam element B and the solid element SL, and thickness  $t$  of shell element S' for assistance. In this case, the amount of displacement of the beam element B (II) It is shown that what is necessary is just to define thickness  $t$  of shell element S' for assistance whose amount of displacement of the solid element SL (I) receives and corresponds.

[0024] Moreover, deformation behavior can be made in agreement also by the approach by defining an elastic modulus. Thus, although various cross-section configurations can be taken with the configuration of an electron device about the detailed-analysis part of a finite element method model, and they carry out detailed element division by the solid element SL in a partial part to perform a detailed analysis, in addition being defined by the beam element B to many objects, the cross-section configuration becomes the same as that of the cross section by the solid element SL.

[0025] A finite element method model is created as a simulation model by the above approaches, and how to carry out electron device on-the-strength evaluation is explained based on the operation gestalt of evaluation equipment. Operation gestalt equipment is realized using a computer, as shown in drawing 12 , and it consists of



the keyboard 1 which inputs the parameter (item) of a design of an electron device, an arithmetic unit 2, external storage 3 which stores physical-properties value data, external storage 4 which write a fatigue life data file, and a display terminal 5 for displaying an evaluation result, and evaluation of an electron device module on the strength is performed by the flow chart shown in drawing 13 .

[0026] That is, the step (1) of drawing 13 and a step (2) determine the design parameter (item) of the electron device module for being a design-parameter process and performing evaluation on the strength first according to a manual activity, and perform the PARA meter input by the keyboard 1 at a step (2). This design parameter is a parameter required for the design of the number of electron devices, the data of electron device arrangement, and an electron device configuration isoelectronic device module.

[0027] In this case, it projects on the display terminal 5 by which the selection screen of the design parameter of the electron device module beforehand registered into the computer is connected to the computer, and a design parameter is chosen and inputted while the designer itself looks at this display screen. Termination of the input of a design parameter performs the following processings along with the procedure of the evaluation approach programmed beforehand in the arithmetic unit 2 of a computer. Based on the design parameter inputted first, a finite element method model is created as a simulation model. This step is the step (3) of joint creation, and a step (4) of element creation. The beam element B defines the object (electron device) of a large number which have [ a detailed-analysis part ] shell element S and the same cross-section configuration as the solid element SL for the solid element SL and two plates A and A here based on the creation approach of an above-mentioned finite element method model. The function of the arithmetic unit 2 corresponding to the process here is the mesh-data automatic generation function 20 of FEM (finite element method model) in drawing 12 .

[0028] Although it is necessary to give temperature conditions to all joints in case thermal-stress analysis is carry out, the temperature distribution by generation of heat and heat conduction are calculate from the physical-properties value data of each part which carry out nonlinear distribution by the electrical potential difference apply to an electron device and physical properties is know, and has be store in external storage 3 with the operation gestalt equipment of this invention based on the conditions show by the input design parameter, and temperature conditions (boundary condition) are determine (step (5)).

[0029] When this temperature condition is determined, in order to make it reflected to a finite element method model, that temperature condition is defined as each joint of a finite element method model (step (6)). And when all the data as a finite element method model are ready, count for analyzing the stress condition at that time is performed (step 7). The function of an arithmetic unit 2 to perform count for the analysis by this step (7) is the thermal stress count function 21 by FEM, and this step (7) serves as a thermal stress analysis process.

[0030] If thermal stress analysis is called for according to this thermal stress analysis process, the count function 22 of the maximum stress amplitude of an arithmetic unit 2 will perform maximum amplitude count from this thermal stress analysis result (step (8)). This count result is compared with the fatigue life data corresponding to the various ingredients beforehand registered into external storage 4, and it asks for the number of life cycles of the electron device module (product) concerned. (Step (9)) . That is, this process is equivalent to the process which evaluates quantitatively in life reinforcement.

[0031] Drawing 14 shows an example of fatigue life data, and the number of life cycles increases, so that alternating stress is small. That is, it is shown that a life becomes long. Now, after performing this life evaluation, the display terminal 3 performs the display of an analysis result (count result) (step (10)). At the process corresponding to this step (10), postprocessing of the analysis result is carried out and the stress distribution of the arbitration cross section of the solid element SL of a detailed-analysis part is displayed especially.

[0032] In the equipment of operation, no processes other than the input process of a design parameter need actuation of a direct designer (operator) as mentioned above, but a designer (operator) can know easily the analysis result which was able to be automatically found with the arithmetic unit 2 by the display of the display terminal 3.

[0033]

[Effect of the Invention] Two plates with which invention according to claim 1 counters, and two or more electron devices installed between this plate, The finite element method model used for the on-the-strength evaluation approach of an electron device module equipped with the joint of each electron device to this plate Since the object which has [ a detailed-analysis part ] the same cross-section configuration as a shell element and a solid element for a solid element and two plates is defined and created with a beam element from the design parameter of an electron device module In creation of the usual finite element method model, the thing in which count of a computer on constraint is impossible is also received. About that by which many electron devices (object) of the same cross-section configuration are arranged between two plates of an electron device module The part which should be analyzed in a detail cannot drop the precision of analysis, and can be analyzed.

It has data of a three dimension also about the analysis result, and the number of elements of the whole analytic model can be reduced, without affecting analysis precision by making the deformation behavior by the beam element in agreement about other parts, therefore it is effective in the thermal stress analysis of practical use level being attained.

[0034] Since invention according to claim 2 makes a beam element in agreement with the deformation behavior of a solid element, the permutation of both elements of it is attained. Since invention of claim 3 defined the shell element as the monotonous section centering on the joint which hits at the intersection of the shell element and beam element which constitute a plate separately, its behavior in the case where a solid element is used, and a joint corresponds, and it is effective in accurate analysis being realizable.

[0035] Each invention of claim 4 thru/or claim 6 is the embodiment of invention of claim 3, and has the same operation effectiveness as invention of claim 3. The behavior in the case where a solid element is used since invention of claim 7 defined the beam element centering on the joint which hits at the intersection of the shell element and the beam element which constitutes a plate, and since invention of claim 8 defined the beam element to the joint on the line equivalent to the periphery of the cross section configuration of the solid element of a detailed analysis part, and a joint is in agreement, and it is effective in accurate analysis being realizable.

[0036] Invention of claim 9 thru/or claim 13 is claim 7 or the embodiment of invention of eight, and has claim 7 or the same operation effectiveness as invention of 8. Since invention of claim 14 defined the solid element centering on the joint which hits at the intersection of the shell element and beam element which constitute a plate, its behavior in the case where a solid element is used to an object, and a joint corresponds, and it is effective in accurate analysis being realizable.

[0037] Since invention of claim 17 carried out the multi-statement of the number while defining the cross-section configuration of the solid element of a detailed-analysis part, it does not need to create two or more analytic model itself, can perform examination of an analysis result efficiently, and can realize the finite element method in practical use level. The process which inputs the parameter which invention of claim 18 requires for the design of the electron device module which should evaluate thermal stress reinforcement, The process which calculates the temperature distribution of the electron device module concerned, and the process which creates the simulation model by claim 1 thru/or the finite element method model creation approach for electron device on-the-strength evaluation of which publication of 17 based on the above-mentioned parameter, The process which substitutes the above-mentioned temperature distribution for the part to which a simulation model corresponds, and performs thermal stress analysis from the above-mentioned temperature distribution, Since it consists of a process which evaluates quantitatively the fatigue life reinforcement of the electron device module concerned using the stress distribution and fatigue life data of the above-mentioned electron device module which were obtained according to the process of this thermal stress analysis If a design parameter (item) is determined and the input by the designer (operator) is completed, since it can perform to to a display automatically from creation of a finite element method model calculation of a fatigue life, and as a result of stress distribution Since large compaction of analysis time amount can be aimed at and creation of the upper finite element method model is not depended on an operator's proper technique, the finite-element-analysis model of homogeneity can always be created, consequently an analysis result is also effective in quality being ready.

[0038] Invention of claim 19 can offer the equipment which can acquire the operation effectiveness of claim 18.

---

[Translation done.]